

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-282331

(43)Date of publication of application : 12.10.2001

(51)Int.Cl.

G05B 19/4069

(21)Application number : 2000-093195

(71)Applicant : TOYODA MACH WORKS LTD

(22)Date of filing : 30.03.2000

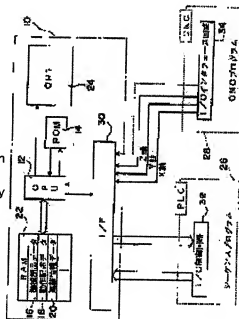
(72)Inventor : OISHI SHIGEO
 ASANO TOSHIYUKI
 FUJII TATSUYA
 KATO KOICHI
 MUKAI YASU HARU

(54) MACHINE TOOL SIMULATION DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a machine tool simulation device capable of faithfully simulating a real machine tool, and easily performing the setting or change of the operation of the machine tool.

SOLUTION: The machine tool simulation device 10 is provided with a CPU 12, a ROM 14 for storing a simulation program or the like, a RAM 22 for storing mechanical part data 16, operation description data 18, and link information data 20 or the like, a CRT 24, and an I/F 30 for communication with a PLC 26 and a CNC device 28. The CPU 12 inputs various signals for actually controlling the machine tool outputted from the PLC 26 and the CNC device 28 through the I/F 30, and allows the CRT 24 to display the simulation operation of the machine tool based on the inputted signals and each data stored in the RAM 22.



(19)日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開2001-282331

(P2001-282331A)

(43)公開日 平成13年10月12日(2001.10.12)

(51)Int.Cl.

G 0 5 B 19/4069

識別記号

F I

G 0 5 B 19/4069

データ” (参考)

5 H 2 6 9

審査請求 未請求 請求項の数3 O L (全9頁)

(21)出願番号 特願2000-93195(P2000-93195)

(22)出願日 平成12年3月30日(2000.3.30)

(71)出願人 000003470

豊田工機株式会社

愛知県刈谷市朝日町1丁目1番地

(72)発明者 大石 重雄

愛知県刈谷市朝日町1丁目1番地 豊田工
機株式会社内

(72)発明者 浅野 寿幸

愛知県刈谷市朝日町1丁目1番地 豊田工
機株式会社内

(74)代理人 100079049

弁理士 中島 淳 (外3名)

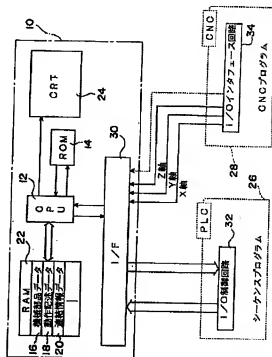
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 工作機械シミュレーション装置

(57)【要約】

【課題】 実際の工作機械に忠実にシミュレーションすることができると共に、工作機械の動作の設定や変更を容易にすることができる工作機械シミュレーション装置を提供する。

【解決手段】 工作機械シミュレーション装置10は、CPU12、シミュレーションプログラム等を記憶したROM14、機械部品データ16、動作記述データ18、連結情報データ20などを記憶したRAM22、CRT24、PLC26及びCNC装置28との通信用のI/F30を備えている。CPU12は、PLC26及びCNC装置28から出力される工作機械を実際に制御するための各種信号をI/F30を介して入力し、入力した信号、及びRAM22に記憶された各データに基づいて工作機械のシミュレーション動作をCRT24に表示させる。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 工作機械の各部を動作させるための制御信号を入力する入力手段と、

前記工作機械の各部の形状を定義した形状定義データと、前記各部の連結状態を示す連結状態データと、前記制御信号に対応する動作内容を示す動作内容データと、を記憶した記憶手段と、

前記工作機械のシミュレーション動作を表示するための表示手段と、

前記制御信号、前記形状定義データ、前記連結状態データ、及び前記動作内容データに基づいて、前記工作機械のシミュレーション動作を制御する制御手段と、を備えた工作機械シミュレーション装置。

【請求項 2】 前記制御信号は、前記工作機械をシーケンス制御するためのプログラマブルロジックコントローラ及び前記工作機械を数値制御するための CNC 制御装置の少なくとも一方から出力される信号であることを特徴とする請求項 1 記載の工作機械シミュレーション装置。

【請求項 3】 前記制御手段は、前記工作機械のシミュレーション動作に応じて前記連結状態データを書き換えることを特徴とする請求項 1 又は請求項 2 記載の工作機械シミュレーション装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は工作機械シミュレーション装置に係り、特に、プログラマブル・ロジック・コントローラ（以下、PLC という）及び数値制御装置（以下、CNC 装置という）により制御される工作機械の工作機械シミュレーション装置に関する。

【0002】

【従来の技術】工作機械は、互いに直交する X、Y、Z 方向への移動を制御する CNC 装置や、各動作の順序などを制御する PLC によって制御されるのが一般的である。従来、このような工作機械の動作チェックは、例えば実際の工作機械と同等の動作をコンピュータの画面上でシミュレーションするためのシミュレーションプログラムを作成し、工作機械の各部（例えばテーブル、スピンドルヘッドなど）を実際の工作機械と同じようにコンピュータの画面上でシミュレーションすることにより行っていた。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記シミュレーションプログラムは専用のグラフィック言語で作成されるため、工作機械の仕様を変更した場合には、これに併せてシミュレーションプログラムも変更する必要があるが、動作チェックのための工数が増大する、という問題があった。

【0004】また、本来工作機械は、PLC や CNC 装置との間で動作信号の送受信を行いながら動作するもの

であって、専用のグラフィック言語を使用してシミュレーションプログラムを作成した場合、これら PLC や CNC 装置との送受信時間などが考慮されず、実際の工作機械の動作との差異が発生していた。さらに、専用のグラフィック言語での作成では完全に互換な記述ができる保証が得られない。

【0005】本発明は、上記問題を解決すべく成されたものであり、実際の工作機械に忠実にシミュレーションすることができると共に、工作機械の仕様を変更した場合にも容易に対応することができ、かつ実動作に近い工作機械シミュレーション装置を提供することを目的とする。

【0006】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、請求項 1 記載の発明の工作機械シミュレーション装置は、工作機械の各部を動作させるための制御信号を入力する入力手段と、前記工作機械の各部の形状を定義した形状定義データと、前記各部の連結状態を示す連結状態データと、前記制御信号に対応する動作内容を示す動作内容データと、を記憶した記憶手段と、前記工作機械のシミュレーション動作を表示するための表示手段と、前記制御信号、前記形状定義データ、前記連結状態データ、及び前記動作内容データに基づいて、前記工作機械のシミュレーション動作を制御する制御手段と、を備えたことを特徴とする。

【0007】この発明によれば、入力手段は、工作機械の各部の部品を動作させるための制御信号を入力する。この制御信号は、請求項 2 にも記載したように、例えば前記工作機械をシーケンス制御するためのプログラマブルロジックコントローラ及び前記工作機械を数値制御するための CNC 制御装置の少なくとも一方から出力される信号とすることができる。

【0008】記憶手段は、前記工作機械の各部の形状を定義した形状定義データと、前記各部の連結状態を示す連結状態データと、前記制御信号に対応する動作内容を示す動作内容データと、を記憶する。

【0009】形状定義データは、工作機械の各部の形状やサイズなどを定義するデータであり、これらを組み合わせたことにより工作機械全体の形状を定義することができる。

【0010】動作内容データは、制御信号に対応した各部の動作諸元、例えば部品名、動作モード（例えば直線、回転、複合、動作なし等の汎用的な動作）、動作内容（例えば座標系、動作の基準、可動範囲、1 動作の移動量、1 動作の所要時間、最大速度、最大加速度、連結状態）などの情報や、動作以外の情報、例えば制御信号との信号授受に関する情報、例えば起動 I/O、入力 I/O、出力 I/O 等に関する情報を含んだデータである。

【0011】連結状態データは、工作機械各部の連結状

態を例えばツリー構造で示すデータであり、例えば動作記述データの中に親パーツ、子パーツのような関係として記述することができる。この連結状態データにより各部の従属関係、すなわち親パーツと子パーツとの関係を知ることができ、この従属関係により各部を連動してシミュレーション動作させることが可能となる。

【0012】制御手段は、前記制御信号、前記形状定義データ、前記連結状態データ、及び前記動作内容データに基づいて、前記工作機械のシミュレーション動作を制御し、表示手段に表示させる。

【0013】例えば、形状定義データに基づいて工作機械を表示手段に表示させる。そして、制御信号が入力された場合には、動作内容データを参照して入力された制御信号に対応する部品の動作を表示手段に表示させる。このとき、連結状態データに基づいて、部品の連結状態に応じた動作を表示させる。

【0014】このように、工作機械の各部毎の形状定義データや動作内容データ、連結情報データを備え、実際に工作機械を制御するCNC装置やPLCからの制御信号との対応関係に基づいて工作機械のシミュレーションを行うため、制御手段において実行されるシミュレーションプログラムを大幅に変更することなく様々な機械モデルのシミュレーションを行うことができる。また、工作機械の仕様を変更した場合にも容易に対応することができる。

【0015】なお、制御手段は、請求項3にも記載したように、前記工作機械のシミュレーション動作に応じて前記連結状態データを書き換えることができる。これにより、各部の連結情報をシミュレーション実行中に書き換えることができ、実際の工作機械の動作を忠実にシミュレーションすることができる。

【0016】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照して本発明の実施の形態について説明する。

【0017】図1には、本発明を適用した工作機械シミュレーション装置10が示されている。工作機械シミュレーション装置10は、図1に示すように、中央処理演算装置であるCPU12、公知のオペレーティングシステムを記憶するROM14、後述する工作機械の動作をシミュレーションするためのシミュレーションプログラム、機械部品データ16、動作記述データ18、連結情報データ20などを記憶するためのRAM22、前記工作機械の動作を表示するためのCRT24、PLC26及びCNC装置28との通信用のインターフェース装置（以下、I/Fという）30を備えている。

【0018】PLC26は、図示しないCPUやシーケンスプログラムなどを記憶するための記憶装置、I/O制御装置32などを含んで構成されており、I/O制御装置32は工作機械の各制御対象に接続される。

【0019】この工作機械は、位置決め制御を行うため

のCNC装置28によって互いに直交するX、Y、Zの各制御軸が制御される。CNC装置28は、図示しないCPUやCNCプログラム等を記憶するための記憶装置、I/Oインターフェース回路34などを含んで構成されており、I/Oインターフェース回路34には工作機械の各制御軸が接続される。

【0020】PLC26は、シーケンスプログラムに従って各制御軸の制御を行うためのCNCプログラムの実行命令をI/O制御回路32を介してCNC装置28に与える。これにより、CNC装置28は、I/Oインターフェース回路34を介して各制御軸へCNCプログラムに従った軸移動指令を出力し、各制御軸の制御を行う。また、PLC26は、各制御軸の制御と連携して行われる工作機械各部の制御をシーケンスプログラムに従って行う。このようにして、工作機械がシーケンス制御される。

【0021】工作機械シミュレーション装置10では、このPLC26及びCNC装置28から出力される、工作機械を実際に制御するための各種信号を、I/F30を介して入力することができるようになっている。これにより、工作機械シミュレーション装置10では、PLC26及びCNC装置28から出力される工作機械を実際に制御するための各種信号に基づいたシミュレーションを行うことが可能となっている。

【0022】図2には、PLC26及びCNC装置28によって制御される工作機械の一例が示されている。

【0023】図2に示すように、工作機械4はベッド42を備えており、このベッド42上にはY軸方向に移動可能にサドル44が設けられている。そして、このサドル44上には、工作対象である図示しないワークを載置するためのテーブル46がX軸方向に移動可能に設けられている。これにより、テーブル46上に載置されたワークをX軸方向及びY軸方向へ移動させることができる。

【0024】また、ベッド42上にはコラム48が立設されており、このコラム48には、工具50を保持するためのソケット52が複数個取り付けられたマガジン54が図2において矢印A方向に回転可能に取り付けられている。

【0025】さらに、コラム48には、チルトアーム56、メインアーム58、及びスピンドル（主軸）60が取り付けられている。ワークを工作するための工具50は、マガジン54が矢印A方向へ回転することによりチルトアーム56の上方へ位置するように移動され、チルトアーム56によってメインアーム58に保持される。

【0026】メインアーム58は、その両端で工具50を保持することができると共に、図2において矢印B方向へ回転することができるようになっている。そして、メインアーム58を略180度旋回させることにより、チルトアーム56によりメインアーム58の一端側で保

持した工具50をスピンドル60の下方向へ位置させることができる。

【0027】スピンドル60は、Z軸方向へ移動可能にコラム48に取り付けられており、その先端部には工具50を把持するための図示しない把持部材が取り付けられている。そして、この把持部材によって工具50を把持し、Z軸方向へ移動してテーブル46上に設置されたワークの作業を行う。

【0028】CNC装置28では、各制御軸、すなわちサドル44やテーブル48、スピンドル60を各方向へ移動させるための図示しないモータへ軸移動指令信号を出力することにより、各制御軸の制御を行ってテーブル46上に設置されたワークの位置決めを行う。そして、PLC26によりワークの作業が制御される。

【0029】このような工作機械40の動作チェックを行う場合には、この工作機械40に代えて、工作機械シミュレーション装置10をPLC26及びCNC装置28に接続する。

【0030】工作機械シミュレーション装置10では、PLC26及びCNC装置28から出力される制御信号と、RAM22に記憶した機械部品データ16、動作記述データ18、及び連結情報データ20とに基づいて、工作機械40と同等の動作をCRT24上に表示させる。

【0031】機械部品データ16は、図3に示すような工作機械40各部の形状やサイズなどを定義するデータであり、図4に示すように、これらを組み合わせて工作機械40の機械モデルを構築する。

【0032】動作記述データ18は、動作モデルの動作单元、すなわち、例えばサドル44、テーブル46、コラム48等の工作機械40の各部の動作に関する情報、例えば、部品名、動作モード（例えば直線、回転、複合、動作なし等）、動作内容（例えば座標系、動作の基準、可動範囲、1動作の移動量、1動作の所要時間、最大速度、最大加速度、連結状態）などの情報や、動作以外の情報、例えばPLC26等との信号授受に関する情報、例えば起動I/O、入力I/O、出力I/O等に関する情報を含む動作モデルが定義されたデータである。

【0033】この動作モデルは、前述したように、直線や回転などの汎用的な動作を行う他、動作なしも表現できる。また、起動I/Oによって所望の動作モデルが起動される。この起動I/Oは、PLC26からの信号に限らず、CNC装置28や工作機械シミュレーション装置10内における内部的な信号でもよい。

【0034】また、起動I/Oや入力I/O、出力I/Oには、各々の信号授受の順番を規定することも可能であり、入力I/Oや出力I/Oは動作前、動作中、動作後の何れのタイミングで信号の授受を行うかの指定をすることも可能である。

【0035】すなわち、動作記述データ18は、PLC

26及びCNC装置28から出力される制御信号と、この制御信号に対応する動作との対応関係を示すテーブルデータである。動作記述データの一例を図5に示す。

【0036】連結情報データ20は、図6(A)に示すような各部の連結状態をツリー構造で示すデータであり、例えば図5に示す動作記述データの中の親パーツ、子パーツの図で示される。この連結情報データにより各部の従属関係、すなわち親パーツと子パーツとの関係を知ることができ、この従属関係により各部を連動して動作させることが可能となる。この連結情報データは、各部の連結状態が変更されることに伴って書き換えられる。例えば、図6(A)に示す連結状態から工具1がチルトアームに保持された場合には、図6(B)に示すように連結状態が切り替えられ、連結情報データが書き換えられる。

【0037】次に、本実施の形態の作用として、工作機械シミュレーション装置10において実行される制御ルーチンについて図7に示すフローチャートを参照して説明する。

【0038】図7に示すように、ステップ100では、PLC26又はCNC装置28からの入力信号があるか否かを判断する。PLC26及びCNC装置28の何れからも入力信号がない場合には、ステップ100で否定され、PLC26又はCNC装置28からの入力信号があるまで待機する。

【0039】PLC26又はCNC装置28からの入力信号があった場合には、ステップ100で肯定され、次のステップ102でCNC装置28からのNCプログラムの命令（NC指令）であるか否かを判断する。

【0040】CNC装置28からのNC指令でない場合には、PLC26からの入力信号であるため、ステップ112へ進む。一方、CNC装置28からのNC指令だった場合には、ステップ102で肯定され、次のステップ104で軸移動指令をRAM22に記憶する。なお、この軸移動指令は、例えば移動する軸や移動量、移動速度などの情報を含む。

【0041】次のステップ106では、動作記述データ18及び連結情報データ20を参照し、前記軸移動指令に対応する軸と部品とを関連付ける。そして、次のステップ108において、ステップ106で軸と関連付けられた部品を軸移動指令に従ってCRT24上で移動させる。

【0042】すなわち、例えばX軸の移動指令を受信した場合、図5に示すようにX軸に対応する部品（パーツ）は親パーツがサドル44で子パーツがテーブル48であることを認識することができるため、軸移動指令の移動量、移動速度などに従ってサドル44及びテーブル46をCRT24上で移動させる。

【0043】このように、実際のCNC装置28からの軸移動指令により、画面上で工作機械40の動作を確認することができる。

【0044】そして、部品を軸移動指令に従ってCRT 24上で移動させた後は、次のステップ110で移動が完了したことを示す移動完了信号をCNC装置28へ出力する。これにより、CNC装置28は、軸移動指令に従って部品が移動したことを認識することができ、次のNC指令を出力することが可能となる。移動完了信号を出力した後は、ステップ100へ戻って再び入力信号待ちになる。

【0045】一方、ステップ102で否定された場合、すなわち、入力信号がPLC 26からのものだった場合には、まず、ステップ112で動作記述データ18を参照し、ステップ114で入力信号が動作記述データ18に記述された起動トリガと一致するか否かを判断する。

【0046】入力信号が動作記述データ18に記述された起動トリガと一致しない場合にはステップ114で否定され、ステップ100へ戻って再び入力信号待ちになる。

【0047】一方、入力信号が動作記述データ18に記述された起動トリガと一致する場合にはステップ114で肯定され、次のステップ116において、その一致した起動トリガに対応する起動条件が、工作機械シミュレーション装置10内部で規定される条件と一致するか否かを判断する。

【0048】そして、動作記述データ18に記述された起動条件と一致しない場合にはステップ116で否定され、ステップ100へ戻って再び入力信号待ちとなる。

【0049】一方、動作記述データ18に記述された起動条件と一致した場合にはステップ116で肯定され、次のステップ118で一致した起動トリガに対応する動作前出力信号をPLC 26へ出力する。これにより、PLC 26ではこれから動作が実行されることを認識することができる。

【0050】そして、次のステップ120において、一致した起動トリガに対応する動作モードが「動作なし」か否かを判断する。一致した起動トリガに対応する動作モードが「動作なし」の場合には、ステップ120で肯定され、次のステップ122で一致した起動トリガに対応する動作後出力信号をPLC 26へ出力する。これにより、PLC 26では動作が終了したことを認識することができる。

【0051】一方、一致した起動トリガに対応する動作モードが「動作なし」でない場合には、ステップ120で否定され、ステップ124において、親パーツ、子パーツの記述に従って部品を画面上で移動させる。

【0052】例えば、PLC 26からの入力信号6W4が「1」だった場合、この入力信号に対応する起動条件と一致するか否か、すなわち、工作機械シミュレーション装置10の内部信号である6W10Nが「3」であるか否かを判断し、一致した場合には、この入力信号に対

応する動作をCRT 24で行わせる。

【0053】この場合、入力信号に対応する動作名は割り出しスタート（マガジン54の回転）であり、動作モードは割り出し（回転）である。従って、親パーツ（この場合は無し）、子パーツ（この場合はマガジン54）の記述に従い、マガジン54を動作記述データ18に記述された移動速度、回転角度などに従ってCRT 24上で移動させる。これにより、実際のPLC 26からの入力信号（起動トリガ）により、画面上で工作機械40の動作を確認することができる。

【0054】このように、汎用的な動作モデルを組み合わせ、実際に工作機械40を制御するCNC装置28、PLC 26からの信号との対応関係に基づいて工作機械のシミュレーションを行うため、シミュレーションプログラムの大幅に変更することなく様々な機械モデルのシミュレーションを行うことができる。また、各部の連結情報をシミュレーション実行中に書き換えることにより、例えば工具50がマガジン54→チルトアーム56→メインアーム58→スピンドル60の順に引き渡される動きを忠実にシミュレーションすることができる。

【0055】なお、上記実施の形態では、PLC 26とCNC装置28をそれぞれ別の装置として説明したが、これに限らず、PLC及びCNC装置の機能をソフトウェアとした公知のソフトPLC、ソフトCNCを用いてもよい。

【0056】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、シミュレーションプログラムを大幅に変更することなく様々な機械モデルのシミュレーションを行うことができ、工作機械の仕様を変更した場合にも容易に対応することができると共に、実際の工作機械の動作を忠実にシミュレーションすることができる、という効果を有する。

【図面の簡単な説明】

【図1】 工作機械シミュレーション装置の概略構成図である。

【図2】 工作機械の概略構成を示す斜視図である。

【図3】 工作機械各部の動作モデルについて説明するための図である。

【図4】 工作機械の機械モデルについて説明するための図である。

【図5】 動作記述データの一例を示す図である。

【図6】 連結情報データの一例を示す図である。

【図7】 工作機械シミュレーション装置において実行される制御プログラムの流れを示すフローチャートである。

【符号の説明】

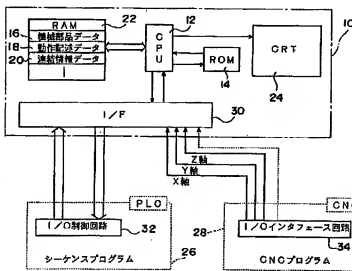
10 工作機械シミュレーション装置

12 CPU（制御手段）

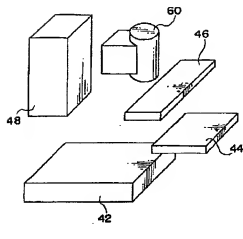
14 ROM

- | | | | |
|----|-------------------|-------|--------|
| 16 | 機械部品データ (形状定義データ) | 42 | ベッド |
| 18 | 動作記述データ (動作内容データ) | 44 | サドル |
| 20 | 連結情報データ (連結状態データ) | 46 | テーブル |
| 22 | RAM (記憶手段) | 48 | コラム |
| 24 | CRT | 50 | 工具 |
| 26 | PLC | 52 | ソケット |
| 28 | CNC装置 | 54 | マガジン |
| 30 | I/F (入力手段) | 56 | チルトアーム |
| 32 | I/O制御装置 | 58 | メインアーム |
| 34 | I/Oインターフェース回路 | 10 60 | スピンドル |
| 40 | 工作機械 | | |

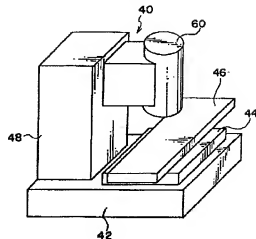
【図1】



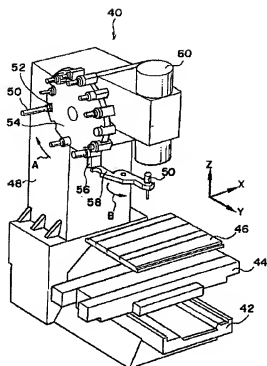
【図3】



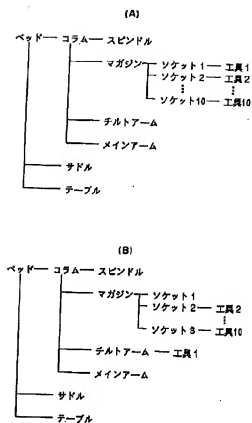
【図4】



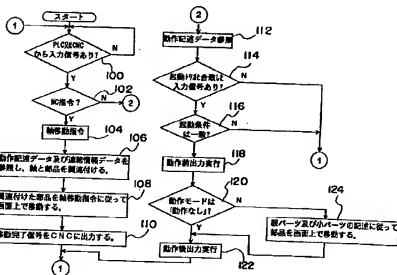
【圖 2】



【図 6】



【圖 7】



フロントページの続き

(72)発明者 藤井 達哉
愛知県刈谷市朝日町1丁目1番地 豊田工
機株式会社内
(72)発明者 加藤 公一
愛知県刈谷市朝日町1丁目1番地 豊田工
機株式会社内

(72)発明者 向井 康晴
愛知県刈谷市朝日町1丁目1番地 豊田工
機株式会社内
Fターム(参考) 5H269 A801 B801 EE11 JJ01 JJ04
NN16 Q806 QD03 QE02 QE10